

## Sterilizacija sirutke u prahu jonizujućim zračenjem (Whey Fowder Sterilization by Ionising Irradiation)

Prof. dr Miroslava TODOROVIĆ, Žužana SALATIĆ, dipl. inž.,  
S. MARKOV, dipl. inž., Tehnološki fakultet, Novi Sad

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper  
Prispjelo: 15. 3. 1988.

UDK: 637.344:137.~133.4

### Sažetak

*Rekontaminacija hrane u prahu termorezistentnim klostridijima, nastala u nepovoljnim uslovima skladištenja, predstavlja velik problem u privredi. Jedini efikasan postupak sterilizacije, tj. uništavanje mikroorganizama sirutke u prahu je korišćenje jonizujućeg zračenja. Hrana posle zračenja ne postaje radioaktivna (Svetska zdravstvena organizacija, Agencija za atomsku energiju). Kao izvor zračenja korišćen je izotop  $^{60}\text{Co}$  Instituta za nuklearne nauke »Boris Kidrič« u Vinči. Praćena je mikrobiološka slika proizvoda pre i posle delovanja jonizujućeg zračenja. Nakon korišćenih doza od a, b, c, d, e Kgy nije bilo rasta klostridija u sterilisanoj surutki u prahu. Organoleptička svojstva sterilisane surutke nisu bila izmenjena.*

### Summary

*Whey powder was sterilized by  $\gamma$  waves application. As a source of irradiation isotope  $^{60}\text{Co}$  was used in Institute of Nuclear sciences »Boris Kidrich«, Vincha — Belgrade. The applied doses were: a, b, c, d and e Kgy. The dose d was radarertization. After whey powder irradiation no adverse changes of organoleptic properties were noticed.*

### Uvod

Mogućnost sterilizacije sirutke u prahu jonizujućim zračenjem nastavak je serije naših istraživanja mogućnosti sterilizacije hrane u prahu jonizujućim zračenjem.

Surutka se dugo smatrala otpadnim proizvodom u procesu izrade sireva. Velike količine surutke, dobijane iz industrijskih pogona prolivane su u kanalizaciju ili korišćene za ishranu domaćih životinja. Nestašica hrane u svetu, borba protiv zagađenja čovekove okoline i nove mogućnosti industrijske prerade doprineli su da se surutka počinje vrednovati kao značajna sekundarna sirovina, bogata visoko vrednim belančevinama.

U našoj zemlji prerađena surutka — surutka u prahu — većim se delom još uvek koristi u smešama za stočnu hranu, ali s приметnom tendencijom da se sve više upotrebljava i u ljudskoj ishrani.

Prah iz kisele surutke manje se upotrebljava zbog kiselog mirisa i većeg sadržaja mineralnih materija. Kisela surutka nastaje posle koagulacije mleka kiselinom. Koristi se kao dodatak u proizvodnji sira, sirnog praha, sladoleda i za pripremanje raznih umaka s pikantnim ukusom.

Mogućnosti primene praha iz slatke surutke veoma su široke u raznim granama prehrambene industrije. Slatka surutka je količinski dominantna u odnosu na kiselu surutku. Dobija se koagulacijom mleka proteolitičkim enzimima (Carić, 1979).

Surutka u prahu se naročito upotrebljava u pecivima i hlebu. Ona poboljšava ukus, miris i strukturu tih proizvoda, čak produžuje vek održivosti hleba (Renner i sur. 1982). Surutka s Ca-propionatom štiti pekarske proizvode od kontaminacije plesnima, inhibira razmnožavanje *Bacillus mesentericus* u Graham-hlebu za 13 dana, a u pšenično-raženom potpuno sprečava razvoj te vrste bakterija (Majchrzak i sur. 1984).

Surutka u prahu dodaje se i u konditorske proizvode i u različite tipove sladolednih smeša, gdje takođe poboljšava ukus, miris i konzistenciju proizvoda (Lučić, 1983; Olenjev i sur., 1985). Slično svojstvo surutka ispoljava i pri dodavanju u topljene sireve.

Veoma je važna primena surutke pri proizvodnji kiselomlečnih proizvoda. Jogurt, proizveden dodatkom surutke u prahu, ne razlikuje se po organoleptičkim svojstvima od jogurta dobijenog na klasičan način. Sadržaj proteina dobijenog dodatkom surutke u prahu znatno je veći (5,6%) u odnosu na jogurt koji je proizveden od mleka u prahu (2,9%).

Moguće je proizvesti i fermentisane mlečne proizvode na bazi surutke. Neki autori su koristili *Lactobacillus acidophilus* kao starter kulture. Dobijeni proizvod je po organoleptičkim osobinama podsećao na jogurt (Marshall i sur., 1982).

Surutka se može koristiti i za dobijanje osvežavajućih napitaka. Degustacijama je utvrđeno da najbolje karakteristike ima napitak s ukusom narandže (Niketić i sur., 1984). U proizvodnji pekarskog kvasca dodatak hidrolizata surutke u hranjivu podlogu povećava prirast pekarskog kvasca i obezbeđuje ogromnu finansijsku uštedu (Derkanosov i sur., 1985).

Upotrebom surutke kao aditiva dobijaju se vredni prehrambeni proizvodi koji se odlikuju poboljšanim organoleptičkim svojstvima, povećanom održivošću i većim sadržajem hranljivih materija.

Posebno dragoceni sastojci surutke su belančevine, koje čine 20% ukupnih proteina mleka. Naročito su važni proteini poreklom iz krvne plazme, nosioci imunih tela. Zahvaljujući prisustvu esencijalnih aminokiselina, proteini surutke predstavljaju dobar izvor azota, naročito u ishrani dece i omladine.

U surutku prelaze skoro svi ugljeni hidrati mleka. Laktoze ima najviše (95%). Ona veoma lako podleže fermentaciji pod uticajem mlečno-kiselinskih bakterija ili kvasaca. Ti procesi se koriste u mlekarskoj industriji za dobijanje raznih proizvoda.

Surutka sadrži gotovo sve mineralne materije mleka, kao i soli koje se dodaju pri proizvodnji sira (8—12%). Nutricionisti i lekari ograničavaju upotrebu surutke bez demineralizacije u proizvodnji dečje hrane, jer veći sadržaj mineralnih materija surutke u prahu opterećuje rad dječjih bubrega i može da dovede do njihovog oštećenja (Mišić i sur., 1986).

U surutki su prisutne u malim količinama i mlečna mast i mlečna kiselina. Surutka sadrži i vitamine, uglavnom one koji se rastvaraju u vodi.

Iz ovde iznetih činjenica vidi se da surutka u prahu predstavlja izuzetno vrednu sekundarnu sirovinu koja kao aditiv može da se koristi za poboljšanje kvaliteta, održivosti i povećanje hranljive vrednosti raznih proizvoda.

Obzirom na povećane potrebe prehrambene industrije da koristi sve veće količine surutke u prahu, više pažnje se posvećuje higijensko-sanitarnoj kontroli.

Mikrofloru surutke u prahu čine mikroorganizmi surutke koji su preživeli termički tretman ili oni koji su dospeli u prah rekontaminacijom.

Jedan od najvećih problema surutke u prahu je prisustvo sporogenih termorezistentnih bakterija, naročito roda *Clostridium*, koji dolazi najčešće sa sirovim mlekom. Najvažniji izvor ovog roda je zemljište i stočna hrana, posebno silaža slabog kvaliteta. Surutka u prahu je veoma osetljiva na naknadnu kontaminaciju zbog relativno velike površine. Rekontaminacijom u ovaj proizvod najčešće dospevaju bakterije iz grupe *Coli* — *Aerogenes*, enterobakterije, rodovi *Pseudomonas*, *Achromobacter* i *Alcaligenes* (Almašić, 1983).

Sterilizacija hrane u prahu predstavlja veliki problem. Sterilizacija toplotom dovodi do raznih hemijskih promena proizvoda. Sterilizacija etilen-oksikom u početku njegove primene dala je zadovoljavajuće rezultate, jer relativno brzo ubija vegetativne oblike bakterija, spore i viruse. Kod ove metode sterilizacije postavlja se pitanje zaostatka etilen-oksida. Novija istraživanja ukazuju na rezidue tog gasa, zaostale vremenski nedovoljnim provetravanjem nakon sterilizacije. Zaostalom gasu se, pored otrovnosti pripisuju i kancerogena svojstva. Kao treća mogućnost sterilizacije je sterilizacija korišćenjem jonizujućeg zračenja.

Veoma je nezahvalno govoriti o sterilizaciji hrane jonizujućim zračenjem sada, kad nam je još u svežem sećanju Hirošima, černobilska priča i drugi kvarovi na atomskim centralama koji su ovom postupku stvorili izuzetnu anti-reklamu. Međutim, brojne publikacije Svetske zdravstvene organizacije i Međunarodne agencije za atomsku energiju naveli su nas da sagledamo da je za neke proizvode, za sada, jedini mogući vid sterilizacije korišćenje atomske energije, tj. malih doza jonizujućeg zračenja.

Kad se zna da jonizujuće zračenje u malim dozama ne izaziva radioaktivnost predmeta koji se zrači, može se objasniti zbog čega je i u našoj zemlji zakonski odobrena upotreba jonizujućih zraka za sterilizaciju određene vrste hrane. Poznata je činjenica da je Pravilnikom od 28. decembra 1984. god. konstatovano da je za svaku namirnicu, za koju je odobreno korišćenje jonizujućih zraka za sterilizaciju, potrebno izvršiti niz prethodnih ekseprimenata kojim bi se ustanovila najmanja doza koja uništava sve mikroorganizme u hrani, a ne oštećuje hranljivu vrednost i organoleptička svojstva proizvoda. Minimalna doza koja uništava sve mikroorganizme naziva se radapertizaciona doza zračenja.

Problem sterilizacije surutke u prahu u našem radu rešavan je na zahtev jedne privredne organizacije kod koje je problem skladištenja i rekontaminacije ovog proizvoda prilično potenciran. Nakon naših prethodnih istraživanja sterilizacije začina i aditiva (škrob, kakao prah, Na-kazeinat) jonizujućim zračenjem koji su dali pozitivne rezultate, postavili smo si zadatak da istražimo mogućnost sterilizacije surutke u prahu jonizujućim zračenjem.

### Materijal i metodika rada

Naša istraživanja pratila su proizvodnju surutke u prahu tokom letnjeg, jesenjeg i zimskog perioda. Uzorci su tretirani prema standardnim metodama Pravilnika (Sl. list SFRJ 25/80).

U okviru rada vršena su sledeća istraživanja:

A) Pre zračenja

- izolovanje i determinacija mikroflore iz svih faza procesa proizvodnje surutke u prahu
- istraživanje organoleptičkih svojstava
- kontaminacija surutke u prahu test mikroorganizmom (*Clostridium perfringens*)

B) Posle zračenja različitim dozama jonizujućih zraka

- izolovanje mikroflore
- istraživanje organoleptičkih svojstava proizvoda

Ova istraživanja se vrše u cilju da bi se ustanovila radapertizaciona doza zračenja za tu vrstu proizvoda.

Kao izvor zračenja korišćen je izotop  $^{60}\text{Co}$  Instituta za nuklearne nauke »Boris Kidrič« u Vinči. Korišćene doze zračenja su: doze a, b, c, d, e kGy.

Determinacija izolovane mikroflore obavljena je standardnim metodama po B e r g e y u.

Uzorci surutke uzimani su u tehnološkom procesu prerade tečne surutke u surutkin prah:

- tečna surutka
- uparena surutka
- kristalisana surutka
- surutka u prahu.

### Rezultati i diskusija

Uzorci tečne surutke su uzimani posle kraćeg skladištenja ili transporta u mlekaru koja prerađuje tečnu surutku u surutku u prahu. Tokom skladištenja i transporta tečna surutka se hladi pomoću ledene vode do  $4^{\circ}\text{C}$ . Surutka se međutim, često nedovoljno hladi, tako da temperatura skladištenja iznosi i do  $10 - 15^{\circ}\text{C}$ . Naročito je kritično stanje tokom letnjih meseci, kad je temperatura vazduha visoka, pa i temperatura skladištenja iznosi oko  $15^{\circ}\text{C}$ , što se odražava na higijenskom stanju surutke.

Ukupan broj mezofilnih aerobnih mikroorganizama je prilično velik:  $12,18 \times 10^7$ . U hladnijem periodu ukupan broj mikroorganizama je nešto manji:  $6,7 \times 10^7$ . U zimskom periodu temperatura vazduha je najniža, pa je i temperatura skladištenja povoljnija, što se odrazilo na smanjenje broja mezofilnih aerobnih mikroorganizama:  $6,7 \times 10^6$ . Rezultati su prikazani u tablici 1.

Tokom procesa proizvodnje surutke u prahu tečna surutka se uparuje pomoću vakuum uparivača. U predgrejačima se surutka zagreje na temperaturu pasterizacije ( $85^{\circ}\text{C}$ ) tokom 180 s. Temperature uparavanja u I, II, III i IV stepenu su 78, 64, 52,  $65^{\circ}\text{C}$ . Uparena surutka ima temperaturu  $65^{\circ}\text{C}$ .

Pasterizacija surutke pre uparavanja dovodi do smanjenja ukupnog broja mikroorganizama za 99,80 — 99,98%. Temperature pasterizacije i uparavanja

**Tablica 1. Ukupan broj aerobnih mezofilnih mikroorganizama po ml tečne surutke**  
**Table 1. Total Count of Aerobic Mesophilic Microorganisms per ml of Liquid Whey**

Uzorci Samples	letnji period Summer Period	jesenji period Fall Period	zimski period Winter Period
Proizvodna partija I Production's Party	$1,3 \times 10^8$	$5,7 \times 10^7$	$9,7 \times 10^6$
II	$6,9 \times 10^7$	$7,9 \times 10^7$	$7,4 \times 10^6$
III	$1,8 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$8,9 \times 10^6$
IV	$1,1 \times 10^8$	$9,2 \times 10^7$	$7,3 \times 10^6$
Prosečne vrednosti	$1,2 \times 10^8$	$8,3 \times 10^7$	$8,3 \times 10^6$

izuzetno su nepovoljne za razvoj mikroorganizama, tako da dolazi do njihovog uništenja. Ove temperature preživljavaju samo sporogeni i termorezistentni mikroorganizmi.

Nakon uparavanja surutka se prebacuje u kristalizacioni tank. Kristalizacija se izvodi u tanku s dvostrukim zidovima, između kojih struji ledena voda. Ugušćena surutka se na taj način hladi na oko 30 °C. Kada se postigne ova temperatura, hlađenje do 18 °C obavlja se sporije. Tada se javlja presičenje rastvora i optimalna brzina stvaranja kristala. Vreme potrebno za kristalizaciju surutke iznosi oko 10 časova. Temperatura kristalizacije pogoduje razvoju i razmnožavanju mikroflore koja je preživela termički tretman.

Sušenje kristalisane surutke obavlja se raspršivanjem u komori s toplim vazduhom. Temperatura ulaznog vazduha je 185 °C, a izlaznog oko 90 °C. Temperatura surutke u procesu sušenja iznosi do 70 °C. Vreme sušenja traje par s. Ovaj režim toplotnog tretmana preživljavaju i termorezistentni i sporogeni mikroorganizmi. Postoji i mogućnost rekontaminacije proizvoda zbog ručnog skidanja zalepljenog sloja surutke sa zidova komore, a rekontaminanti mogu dospeti i vazduhom koji se koristi za hlađenje praha surutke. Razvoj mikroorganizama je onemogućen zbog izuzetno malog sadržaja vode u gotovom proizvodu (do 6%) i niske  $a_w$  vrednosti. Temperatura surutke u prahu na izlazu iz sušare je oko 30 °C. U tablici 2 prikazana su kretanja prosečnih vrednosti ukupnog broja mezofilnih aerobnih mikroorganizama tokom tehnološkog procesa proizvodnje surutke u prahu.

Pre zračenja izolovana je mikroflora u toku čitavog procesa proizvodnje surutke u prahu. Mikroflora je podeljena u 3 karakteristične grupe mikroorganizama: Gram-pozitivne koke, Gram-pozitivni štapićasti mikroorganizmi i Gram-negativni štapići. Ova istraživanja su obavljena u 3 ciklusa ponavljanja.

Mikroflora tečene surutke veoma je bogata vrstama. Njen sastav je karakterističan za mikrofloru sireva čijom proizvodnjom je ona dobijena. Od G+ koka najviše su bili zastupljeni sledeći rodovi: *Micrococcus*, *Staphylococcus* i *Streptococcus* s brojnim predstavnicima. Većina vrsta pripada sastavu starter kultura koje se upotrebljavaju u sirarstvu. Među kokima nalazimo i termorezistentne vrste koje preživljavaju proces pasterizacije.

**Tablica 2. Ukupan broj mezofilnih aerobnih mikroorganizama tokom tehnološkog procesa proizvodnje surutke u prahu ml/g**

**Table 2. Total Count of Aerobic Mesophilic Microorganisms During the Tehnological Process of Powdered Whey Production ml/g**

	letnji period Summer Period	jesenji period Fall Period	zimski period Winter Period	X
uparena surutka Concentraed Whey	$9,1 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$1,2 \times 10^3$	$3,6 \times 10^4$
kristalisana surutka Crystallized Whey	$7,8 \times 10^4$	$5,6 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$	$4,5 \times 10^4$
surutka u prahu Powdered Whey	$5,5 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$8,0 \times 10^2$	$2,4 \times 10^4$
X	$7,5 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$	$1,3 \times 10^3$	$3,5 \times 10^4$

Spore G<sup>+</sup> štapićastih bakterija izuzetno su termorezistentne i preživljavaju sve termičke tretmane primenjene u proizvodnji. Svi ti mikroorganizmi vode poreklo iz sirovog mleka. Najbrojnije su vrste roda *Bacillus* koje su u većini saprofiti i ne predstavljaju opasnost po zdravlje čoveka ako se u proizvodima nalaze u tolerantnim granicama. Izuzetak predstavlja rod *Clostridium*. Sulfitoredujuće klostridije se veoma često pojavljuju u surutki i predstavljaju veliki problem u proizvodnji. Izvor kontaminacije mleka klostridijima najčešće je silaža i stočna hrana slabog kvaliteta. Klostridije su termorezistentni mikroorganizmi koji preživljavaju termički tretman pasterizacije.

Pojava aktinomiceta takođe je veoma česta u surutki. Njih Pravilnik ne spominje, ali oni imaju značaja za kontaminaciju jer se neretko pojavljuju u dosta velikom broju. One su takođe termorezistentni mikroorganizmi i preživljavaju uslove pasterizacije.

Vrste roda *Lactobacillus* pripadaju sastavu starter kultura za sireve i predstavljaju njihovu normalnu mikrofloru.

Nalaz G<sup>-</sup>štapićastih bakterija potvrđuje loše higijenske uslove u procesu proizvodnje. Oni su rekontaminanti surutke. Izolovane su vrste sledećih rodova: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Alcaligenes*, *Proteus*.

Ovakva raznovrsna i brojna mikroflora ukazuje na loše higijensko stanje tečne surutke kao sekundarne sirovine za proizvodnju surutke u prahu.

U surutki nakon pasterizacije i uparavanja izolovane su vrste sledećih rodova mikroorganizama:

— od G<sup>+</sup> koka *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Sarcina*. To su termorezistentni oblici koka koji potiču iz surutke, a preživeli su proces pasterizacije. Streptokoke ne preživljavaju termički tretman pasterizacije i ne nalaze se u uparenoj surutki. Broj vrsta je smanjen u odnosu na brojnost vrsta pre pasterizacije i uparavanja;

— od G<sup>+</sup> štapića termički tretman preživljavaju vrste rodova *Bacillus* i *Clostridium*. To su spirogeni mikroorganizmi koji vode poreklo iz svežeg mleka;

— G— štapići nisu izolovani iz uparene surutke. Oni su uništeni tokom termičke obrade.

Za vreme kristalizacije nije došlo do rekontaminacije surutke. G— štapići kao glavni rekontaminanti, nisu izolovani.

U **surutki u prahu** izolovani su isti mikroorganizmi kao i u kristalisanjoj i u uparenoj surutki. Ni u sušari nije došlo do naknadne kontaminacije kao što se očekivalo. Rezultati izolovanja mikroflora prikazani su u tablici 3.

**Tablica 3. Mikroflora tečne, uparene, kristalisane surutke i surutke u prahu**

**Table 3. Microflora of Liquid Concentrated Crystallized and Powdered Whey**

G + koke	G + štapići	G— štapići
<b>Tečna surutka</b> <b>Liquid Whey</b>		
<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Proteus</i>
Mc. caseolyticus	B. subtilis	P. vulgaris
Mc. varians	B. pumilis	<i>Enterobacter</i>
Mc. conglomeratus	B. circulans	E. aerogenes
Mc. denitrificans	B. brevis	<i>Escherichia</i>
Mc. citreus	B. cereus	E. coli
Mc. candidus	B. stearothermoph.	<i>Alcaligenes</i>
Mc. morphanae	B. licheniformis	A. faecalis
<i>Streptococcus</i>	B. coagulans	<i>Citrobacter</i>
Str. aureus	B. lentis	C. spp.
Str. lactis	B. mesentericus	C. intermedium
Str. cremoris	B. kalidolactis	
Str. thermophilus	<i>Lactobacillus</i>	
Str. citrovorus	Lb. bulgaricus	
Str. epidermidis	Lb. casei	
<i>Staphylococcus</i>	Lb. lactis	
S. aureus	Lb. helveticus	
<i>Sarcina</i>	Lb. acidophilus	
S. flava	Lb. brevis	
	<i>Clostridium</i> spp.	
<b>Uparena surutka</b> <b>Concentrated Whey</b>		
<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>	
Mc. caseolyticus	B. subtilis	
Mc. varians	B. cereus	
Mc. conglomeratus	B. pumilis	
Mc. denitrificans	B. stearothermophilus	
Mc. citreus	B. licheniformis	
<i>Sarcina</i>	B. brevis	
S. flava	B. lentis	
<i>Staphylococcus</i>	<i>Clostridium</i>	
S. aureus		

G + štapići	G + koke	G— štapići
<b>Kristalisana surutka</b> <b>Crystallized Whey</b>		
<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>	
Mc. conglomeratus	B. cereus	
Mc. varians	B. pumilis	
Mc. citreus	B. brevis	
Mc. caseolyticus	B. stearothermophilus	
<i>Sarcina</i>	B. licheniformis	
S. flava	B. circulans	
<i>Staphylococcus</i>	B. subtilis	
S. aureus	<i>Clostridium</i> spp.	
<b>Surutka u prahu</b> <b>Powdered Whey</b>		
<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>	
Mc. caseolyticus	B. subtilis	
Mc. candidus	B. cereus	
Mc. flavus	B. stearothermophilus	
Mc. conglomeratus	B. circulans	
Mc. citreus	B. licheniformis	
Mc. varians	B. lentus	
Mc. cryophilus	B. pumilis	
<i>Sarcina</i>	<i>Clostridium</i> spp.	
S. flava		
<i>Staphylococcus</i>		
S. aureus		

Posle utvrđivanja kompletne mikroflore surutke u prahu izvršene su serije istraživanja da bi se ustanovila radapertizaciona doza zračenja. Utvrđeno je da je to doza d. Nakon zračenja uzorci su ponovo mikrobiološki i organoleptički analizirani. Da bismo bili sigurni u rezultate eksperimenta, sve uzorke smo pre zračenja namerno kontaminirali sulfitoredukujućim klostridijima

Organoleptičkim istraživanjima je utvrđeno da proizvod ne menja svoja organoleptička svojstva nakon tretiranja jonizujućim zracima, tj. proizvod nije pokazivao primese stranih mirisa i zadržavao je svoju boju pre zračenja.

### Zaključak

Jonizujuće zračenje može se koristiti kao efikasan vid sterilizacije surutke u prahu, jer uništava termorezistentne klostridije, a ne menja organoleptička svojstva proizvoda.

Međutim, smatramo da bi bilo bolje da se pravilnom higijenskom proizvodnjom i skladištenjem obezbedi kvalitetan proizvod koji nema potrebe za bilo kakvom naknadnom sterilizacijom. Time bismo izbegli svako razmišljanje o zdravlju potrošača i finansijskim troškovima proizvođača.

### Literatura

ALMAŠI L.: Izvori kontaminacije surutke u prahu proizvedene raspršivanjem u industrijskim uslovima, Diplomski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1983.



- CARIĆ M., MILANOVIĆ S., GAVARIĆ D. (1979): Neki aspekti industrijske prerade sirutke. *Mljekarstvo*, **10**, 232—236.
- CARIĆ M.: Korišćenje sporednih proizvoda industrije prerade mleka, Studija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1979.
- DERKANOSOV, N. J., ČUVAŠEVA, K. K., GARMANOVA, E. L., PAVLOV V. A. (1985): Ispoljzovanje gidrolizata droževannoj podsirnoj sivorotki v proizvodstve hlebopekarnih drožej, *Maločnaja promišljennosć*, **8**, 40—41. (*Mljekarstvo*, **36** (5) 1986. 155.)
- HANSER D., KRŠEV LJ., TRATNIK LJ., MARIĆ O.: Optimiranje sastava mleka za dojenčad surutkom, demineraliziranom ultrafiltracijom, Referat održan na XXII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1985.
- MARSHALL, V. M., COLE, W. M. and ROBERTO VEGA, J. (1982): A Joghurt — Like Product Made by Fermenting Ultrafiltered Milk Containing Elevated Whey Proteins With *Lactobacillus acidophilus*, *Journal of Dairy research*, **49**, 665—670. (*Mljekarstvo*, **36** (4) 1986, 122.
- LUČIĆ D. (1983): Funkcionalna svojstva sirutke i njenih komponenti kao aditiva u prehrambenim proizvodima, *Mljekarstvo*, **33** (4), 109—111.
- MAJCHRZAK, R., LEWCZUK, J., DUSZKIEWICH (1984): Experimental Use of Whey in the Manufacture of Mould — Resistant Bakery Products. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, **32** (1) 24—26. (*Mljekarstvo*, **36** (9) 1984, 271.)
- MISIĆ D., JAKŠIĆ M., PETROVIĆ D., JOKIĆ A., KEREČKI Z. (1986): Proučavanje metode elektrodijalize u cilju demineralizacije sirutke. *Mljekarstvo*, **36** (8), 239—247.
- NIKETIĆ G., MARINKOVIĆ S. (1984): Ispitivanje mogućnosti proizvodnje osvežavajućih napitaka od sirutke pri aseptičkim uslovima (Referat održan na XXII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1984), *Mljekarstvo*, **34** (4), 105—109.
- OLENJEV, J. A., KAZAKOVA, N. V., BORISOVA, O. S., TIRKINA, L. J., USTINOVA, O. V. (1985): Ispoljzovanje koncentratov molčnoj sivorotki proizvodstve moroženovo, *Moločnaja promišljennosć*, **7**, 10—11. (*Mljekarstvo*, **36** (5) 1986. 154.)
- OPTIN M. (1984): Upotreba sirutke u proizvodnji sladoleda i smrznutih deserata (referat na XXII Seminaru za mljekarsku industriju u Zagrebu 9. 2. 1984.), *Mljekarstvo* **34** (9), 272—274.
- RENNER, E., BARRIO DE BRESSANELLO, M. C., BACCHETTA, P., CASTELAO, E., GONZALES, E. et SANCHEZ, H. (1982): Amelioration des aliments vegetaux par les proteines du lactoserum. *Le Lait*, **62**, 616—623. *Mljekarstvo*, **34** (6) 1984.
- RENNER, E., EISELT — LOMB, V. (1985): Istraživanje obogaćivanja jogurta proteinima — 3. Uticaj na kakvoću jogurta (Untersuchungen zur Eineissanreicherung von Joghurt. 3. Einfluss auf die Produktqualität.) *Milchwissenschaft*, **40** (9) 526—529. (*Mljekarstvo*, **36** (2) 1986.)
- TRATNIK LJ. (1982): Precipitacija proteina ugušćene sirutke ultrafiltracijom, izvod iz magistarskog rada inž. Lj. Tratnik, Zagreb, 1981. *Mljekarstvo* **32** (10), 291—312.
- TRATNIK LJ., KRŠEV LJ. (1984): Jogurt obogaćen proteinima utrafiltrirane sirutke (Referat održan na Savetovanju »Otpadni materijali prehrambene industrije kao sekundarne sirovine« u Kikindi 24—26. 5. 1983.), *Mljekarstvo* **34** (7).